

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-89931

(43)公開日 平成10年(1998)4月10日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 1 B 11/24
G 0 6 T 7/00
H 0 1 L 21/66

識別記号

F I
G 0 1 B 11/24 F
H 0 1 L 21/66 J
G 0 6 F 15/62 4 0 5 A

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L (全21頁)

(21)出願番号 特願平8-245161

(22)出願日 平成8年(1996)9月17日

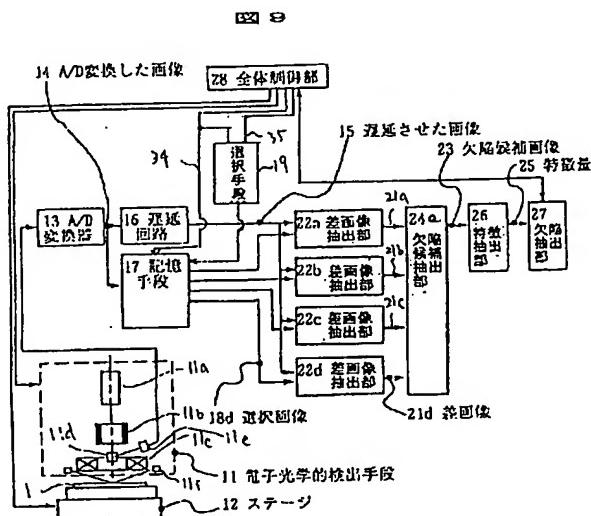
(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72)発明者 広井 高志
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所生産技術研究所内
(72)発明者 田中 麻紀
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所生産技術研究所内
(72)発明者 渡辺 正浩
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所生産技術研究所内
(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パターン検査方法及びその装置並びに半導体ウエハの製造方法

(57)【要約】

【課題】二次元的な繰返し性を有する場所とX方向、Y方向のみの繰返し性を有する部分が混在しているパターンが複数ある対象物の検査において、簡便な座標指定で欠陥を検出する。

【解決手段】着目点101と繰返しピッチだけ離れた例えは102a~102dの比較点との十字比較を行い、何れとも差がある部分のみを欠陥候補として抽出する。これにより、二次元的な繰返し部分、X方向、またはY方向にのみ繰返し性を有する場所も検査可能とする。孤立点などのX方向およびY方向の何れにも繰返し性を有しない部分が欠陥候補として抽出されるが、複数の被検査対象物で規則的に欠陥候補を生じる場合には欠陥としないことにより、これらを排除し、真の欠陥を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号と該着目点のパターンに対して同一なパターンであることが期待されるX方法及びY方向からなる複数の比較点の参照画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号といずれの比較点のデジタル画像信号との間に差がある場合には欠陥候補または欠陥として抽出することを特徴とするパターン検査方法。

【請求項2】被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号と該着目点のパターンに対して同一なパターンであることが期待されるX方法及びY方向からなる複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補または欠陥を抽出することを特徴とするパターン検査方法。

【請求項3】繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補または欠陥を抽出することを特徴とするパターン検査方法。

【請求項4】繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出することを特徴とするパターン検査方法。

【請求項5】繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返し

ピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して粗く一致度を判定して2次元に繰り返される領域、X方向のみ繰り返される領域、およびY方向のみ繰り返される領域の何れかであるかを判定し、前記着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて前記判定された領域に応じて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出することを特徴とするパターン検査方法。

【請求項6】メモリマット部と直接周辺回路とからなる繰り返しパターンを形成した半導体ウエハの物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出して半導体ウエハを製造することを特徴とする半導体ウエハの製造方法。

【請求項7】メモリマット部と直接周辺回路とからなる繰り返しパターンを形成した半導体ウエハの物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して粗く一致度を判定して2次元に繰り返される領域、X方向のみ繰り返される領域、およびY方向のみ繰り返される領域の何れかであるかを判定し、前記着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて前記判定された領域に応じて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出して半導体ウエハを製造することを特徴とする半導体ウエハの製造方法。

【請求項8】被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号と該着目点のパターンに対して同一なパターンであることが期待されるX方法及びY方向からなる複数の比較点の参照画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号といずれの比較点のデジタル画像信号との間の差画像信号を抽出する差画像

抽出手段と、該差画像抽出手段により抽出された着目点のデジタル画像信号といずれの比較点のデジタル画像信号との間の差画像信号に差がある場合には欠陥候補または欠陥として抽出する欠陥候補または欠陥の抽出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置。

【請求項9】被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号と該着目点のパターンに対して同一なパターンであることが期待されるX方法及びY方向からなる複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出する差画像抽出手段と、該差画像抽出手段により抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補または欠陥を抽出する欠陥候補または欠陥の抽出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置。

【請求項10】繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出する差画像抽出手段と、該差画像抽出手段により抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補または欠陥を抽出する欠陥候補または欠陥の抽出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置。

【請求項11】繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出する差画像抽出手段と、該差画像抽出手段により抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出する欠陥抽出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置。

【請求項12】繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号

検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して粗く一致度を判定して2次元に繰り返される領域、X方向のみ繰り返される領域、およびY方向のみ繰り返される領域の何れかであるかを判定する領域判定手段と、前記着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出する差画像抽出手段と、該差画像抽出手段により抽出された複数の差画像信号に基づいて前記領域判定手段で判定された領域に応じて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出する欠陥抽出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置。

【請求項13】前記差画像抽出手段には、前記A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における少なくとも前記複数の比較点のデジタル画像信号の各々を記憶する記憶手段を有することを特徴とする請求項9または10または11または12記載のパターン検査装置。

【請求項14】前記欠陥抽出手段には、前記欠陥候補から欠陥の特徴量を抽出する特徴量抽出手段を有することを特徴とする請求項10または11または12記載のパターン検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光又は電子線等を用いて半導体ウエハ等の対象物の物理的性質を現した画像又は波形を得、該画像又は波形を設計情報又は得られた画像と比較することによりパターンを検査するパターン検査方法及びその装置並びに半導体ウエハの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のパターン検査の方法としては、特開平6-294750号公報に記載されているように、隣接チップ同士では同一のパターンを持っていることが期待できる性質を利用して隣接チップ同士でパターンを比較して、差があればいずれかのチップのパターンに欠陥があると判定する第1の方式と、特開昭5-7-196530記載のようにチップ内のメモリセルが同一のパターンであることが期待できる性質を利用して隣接セル同士でパターンを比較して、差があればいずれかのセルのパターンに欠陥があると判定する第2の方式とが知られている。

【0003】更に特開平3-232250号公報に記載されているように、チップ内のパターン配置情報をもとに、一次元センサの走査方向およびチップの開始点から

のステージ走査方向各々につき、チップ比較検査領域と繰返しパターン（メモリセルのパターン）比較検査領域のデータを記憶する記憶部を有し、センサ走査位置、ステージ検査位置に同調して、チップ比較検査の欠陥出力および繰返しパターン比較検査の欠陥出力の出力可否を制御する第3の方式が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の第1の方式では、比較対象となるパターンが異なるチップであるため2種類の誤差が混入し、正常部であっても差を生じ、微細欠陥との識別が困難となる。第1の誤差は、対象物起因で、露光装置がウエハ全面を同時に露光できないため異なるチップでは露光条件が異なっている、またはCVD装置などではウエハは全面を同時に処理できるが比較する距離が長いと特にウエハ周辺で膜厚が異なり異なったパターンとなる。第2の誤差は、検査装置起因で、同時に大面积を検出することが困難であるため時間差においてパターンを検出し比較するが、時間間隔が長いと装置ドリフト、振動等の影響を受けやすく信頼性を確保するには装置構成が複雑になり価格が増大する。

【0005】従来の第2の方式または第3の方式では、比較すべき対象のパターンが必ず存在する、つまりメモリセルの規則正しく配列されているメモリマット内部と比較方向の一一致しているメモリ間と部の分割線上に検査領域が限定され、しかも領域指定を厳密に行う必要があり、特にメモリマット部内部が細かく分割されている最近のパターンレイアウトでは分割された領域内部にのみに検査領域を設定する必要があり、領域設定に多大な時間を費やし、検査可能領域が限定されることが予想される。

【0006】本発明の目的は、上記従来技術の課題を解決すべく、簡便な検査領域指定で、半導体ウエハ等の被検査対象物上の小さく繰り返される部分の全ての領域を信頼性高く検査できるようにしたパターン検査方法およびその装置を提供することにある。

【0007】また本発明の他の目的は、メモリマット部と直接周辺回路とからなる繰り返しパターンを形成した半導体ウエハに対して欠陥を高信頼度で検査して高品質の半導体ウエハを製造できるようにした半導体ウエハの製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号と該着目点のパターンに対して同一なパターンであることが期待されるX方法及びY方向からなる複数の比較点の参照画像信号（この参照画像信号は、設計情報に基づいて作成しても良い。）の各々とを比較して着目点のデジ

タル画像信号といずれの比較点のデジタル画像信号との間に差がある場合には欠陥候補または欠陥として抽出することを特徴とするパターン検査方法である。

【0009】また本発明は、被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号と該着目点のパターンに対して同一なパターンであることが期待されるX方法及びY方向からなる複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補または欠陥を抽出することを特徴とするパターン検査方法である。

【0010】また本発明は、繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補または欠陥を抽出することを特徴とするパターン検査方法である。

【0011】また本発明は、繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出することを特徴とするパターン検査方法である。

【0012】また本発明は、繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して粗く一致度を判定して2次元に繰り返される領域、X方向のみ繰り返される領域、およびY方向のみ繰り返される領域の何れかであるかを判定し、前記着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号（この比較点のデジタルが増進号は設計情報に基づいて作成しても良い。）の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号

号に基づいて前記判定された領域に応じて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出することを特徴とするパターン検査方法である。

【0013】また本発明は、メモリマット部と直接周辺回路とからなる繰り返しパターンを形成した半導体ウエハの物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出して半導体ウエハを製造することを特徴とする半導体ウエハの製造方法である。

【0014】また本発明は、メモリマット部と直接周辺回路とからなる繰り返しパターンを形成した半導体ウエハの物理量を2次元の画像信号として検出し、該検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換し、該変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して粗く一致度を判定して2次元に繰り返される領域、X方向のみ繰り返される領域、およびY方向のみ繰り返される領域の何れかであるかを判定し、前記着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号（この比較点のデジタルが増進号は設計情報に基づいて作成しても良い。）の各々との差画像信号を抽出し、この抽出された複数の差画像信号に基づいて前記判定された領域に応じて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出して半導体ウエハを製造することを特徴とする半導体ウエハの製造方法である。

【0015】また本発明は、被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号と該着目点のパターンに対して同一なパターンであることが期待されるX方法及びY方向からなる複数の比較点の参照画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号といずれの比較点のデジタル画像信号との間の差画像信号を抽出する差画像検出手段と、該差画像検出手段により抽出された着目点のデジタル画像信号といずれの比較点のデジタル画像信号との間の差画像信号に差がある場合には欠陥候補または欠陥として抽出する欠陥候補または

欠陥の抽出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置である。

【0016】また本発明は、被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号と該着目点のパターンに対して同一なパターンであることが期待されるX方法及びY方向からなる複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出する差画像検出手段と、該差画像検出手段により抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補または欠陥を抽出する欠陥候補または欠陥の抽出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置である。

【0017】また本発明は、繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出する差画像検出手段と、該差画像検出手段により抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補または欠陥を抽出する欠陥候補または欠陥の抽出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置である。

【0018】また本発明は、繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方法及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出する差画像検出手段と、該差画像検出手段により抽出された複数の差画像信号に基づいて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出する欠陥検出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置である。

【0019】また本発明は、繰り返しパターンを形成した被検査対象物の物理量を2次元の画像信号として検出する画像信号検出手段と、該画像信号検出手段により検出された2次元の画像信号を2次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段と、該A/D変換手段により

変換された2次元のデジタル画像信号における着目点のデジタル画像信号とX方向及びY方向に繰り返しピッチの整数倍である複数の比較点のデジタル画像信号の各々とを比較して粗く一致度を判定して2次元に繰り返される領域、X方向のみ繰り返される領域、およびY方向のみ繰り返される領域の何れかであるかを判定する領域判定手段と、前記着目点のデジタル画像信号と複数の比較点のデジタル画像信号の各々との差画像信号を抽出する差画像抽出手段と、該差画像抽出手段により抽出された複数の差画像信号に基づいて前記領域判定手段で判定された領域に応じて欠陥候補を抽出し、この抽出された欠陥候補が被検査対象物上で不規則に発生した場合真の欠陥として検出する欠陥抽出手段とを備えたことを特徴とするパターン検査装置である。

【0020】また本発明は、前記パターン検査装置において、前記差画像抽出手段には、前記A/D変換手段により変換された2次元のデジタル画像信号における少なくとも前記複数の比較点のデジタル画像信号の各々を記憶する記憶手段を有することを特徴とする。また本発明は、前記パターン検査装置において、前記欠陥抽出手段には、前記欠陥候補から欠陥の特徴量を抽出する特徴量抽出手段を有することを特徴とする。また本発明は、前記パターン検査装置において、前記欠陥抽出手段には、被検査対象物上で規則的に発生した欠陥候補を消去する座標照合手段を有することを特徴とする。

【0021】以上説明したように、前記構成により、容易な領域設定で、小さく繰り返される部分の全ての領域を、信頼性高く欠陥を検査することができる。

【0022】また前記構成により、容易な領域設定で、小さく繰り返される部分の全ての領域を、高速で、且つ信頼性高く欠陥を検査することができる。

【0023】また前記構成により、メモリマット部と直接周辺回路とからなる繰り返しパターンを形成した半導体ウエハに対して欠陥を高信頼度で検査して高品質の半導体ウエハを製造することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明に係る被検査対象物の一実施の形態である半導体メモリにおける製造工程途中の半導体ウエハのパターンレイアウトの模式図を図1に示す。ウエハ1は、最終的に同一の製品となるチップ2が多数配列されている。チップ2の内部のパターンレイアウトは、図2に示すように、パターンの極めてラフな間接周辺回路6と、メモリセルが2次元的に繰り返しピッチX方向Px、Y方向Pyで規則的に配列しているメモリマット部3と、該メモリマット部と同程度のパターン密度を有し、メモリマット部の周辺に存在するセンサアンプ、I/O回路、デコーダ回路などからなる直接周辺回路4、5とで形成されている。メモリマット部3は更に細かくブロック毎に分割されている（分割線上では繰り返しは1方向に限定されている）。直接周辺回路は、

メモリマット部のX方向に存在する繰り返しがY方向のみで繰り返しピッチがメモリセルの繰り返しピッチPyの整数倍のn*Pyである部分（Y方向直接周辺回路）5と、メモリマット部のY方向に存在する繰り返しがX方向のみで繰り返しピッチがメモリセルの繰り返しピッチの整数倍のm*Pxである部分（X方向直接周辺回路）4よりなっている。

【0025】更に、メモリマット部3と直接周辺回路4、5は、32~128ライン毎にグルーピングされている。そしてこれらのうちパターンが0.3μm以下の最小線幅で形成されるため、致命的な欠陥の寸法が小さく、高感度に微細欠陥を検出すべき領域は、メモリマット部3と直接周辺回路4、5である。これ以外の領域の間接周辺回路は線幅が太いため致命的な欠陥の寸法も大きく、必ずしも最高感度で欠陥検出をする必要はない。

【0026】このような被検査対象物に対する本発明の基本思想について説明する。即ち、本発明は、着目点101に対して比較対象の比較点102を1つのみでなく複数用意し、着目点101の画像とそれらの比較点102の画像と比較し、着目点のパターンがいずれかの比較点のパターンと許容値をもって一致したら着目点のパターンは欠陥ではないと判定する。例えば図2に示す被検査対象パターンにおいて、図3に示す黒丸の着目点101のパターンを検査するために、比較対象として白丸で示した十字状の比較点102a、102b、102c、102d、つまりY方向に直接周辺回路のX方向の繰り返しピッチQyの整数倍の距離にあるパターン（図では+/-1倍の例を示す）、及び直接周辺回路のX方向の繰り返しピッチQxの整数倍（図では+/-1倍の例を示す）の距離にあるパターンと比較（第1回目の比較）する。この比較結果において、着目点101のパターンがいずれかの比較点102a、102b、102c、102dのパターンと許容値をもって一致したら着目点102のパターンは欠陥ではない（正常パターン）と判定する。例えば図3に示す如くX方向およびY方向に繰り返しを有するメモリマット部3のような被検査対象パターンにおいては、比較点102a、102b、102c、102dの何れかに欠陥が存在したとしても、着目点101とこれら比較点102a、102b、102c、102dの何れかにおいて一致がみられ、正常パターンとして判定されることになる。そして、着目点101に欠陥が存在すると比較点102a、102b、102c、102dの何れにおいても不一致がみられることになり、着目点101に欠陥が存在すると判定することができる。また図6に示す如く一方のみ繰り返しを有する直接周辺回路4、5のような被検査対象パターンにおいても、比較点102a、102b、102c、102dの何れかに欠陥が存在したとしても、着目点101とこれら比較点102a、102b、102c、102dの何れかにおいて一致がみられ、正常パターンとして判定されるこ

となる。そして、着目点101に欠陥が存在する場合には、比較点102aおよび比較点102bに対して不一致がみられ、比較点102cおよび比較点102dに対しても通常不一致がみられ、着目点101に欠陥が存在すると判定することができる。しかし、着目点101に欠陥が存在し、比較点102cおよび比較点102dの画像と同じ濃淡レベルになって一致がみられるときには着目点101に欠陥が存在すると判定することができない。即ち、検出される欠陥の形状が変化する場合を考えられる。そこで、一致度の演算結果に応じて比較結果の選択をすることによって、欠陥の形状をできるだけ維持した状態で、欠陥を検出することができる。

【0027】これによりメモリマット部3と直接周辺回路4、5について、検査領域設定をすることなく、図4に示すように、2次元的な繰り返しパターンの角部など右斜線で示した繰り返しのない場所9以外は十字比較検査が可能となる。繰り返し性のない角部などの場所では差を生ずるが、各チップで差を生ずる場所は共通であり、チップ間でこれらを比較し、共通部分を除去することでこれら領域を排除できる。一方、欠陥は2段階の比較検査(第2回目の比較検査)においていずれでも差を生じることから、排除されることなく欠陥として認識できる。

【0028】また、上記比較においては必要に応じて複数段階の判定基準を用いた比較を行うか、または一致度を出力する。これは実際のウエハはパターンではパターンを形成する露光装置が解像限界で用いられているため隣接部のパターンの有無によりパターン形状に微妙な差異(現状の露光技術では0.1μmよりやや小さい程度)を生ずる。検出すべき欠陥寸法がこれより小さいままたは同程度の場合には隣接部にパターンの無い繰り返しの端点で検出度を低下させないと正常部を欠陥と判定する虚報となる可能性がある。この虚報は通常の判定基準を用いた場合には基準ぎりぎりで不安定であり、すべてのチップで共通的に生じない場合が想定され、第2回目の比較では排除されない可能性がある。このため、第2回目の比較に於いて、欠陥判定の基準を1回目の比較の結果が許容しうる範囲で一致していれば欠陥とは判定しない処理を行う。

【0029】これらについて図3、および図5乃至図8を用いて詳細に説明する。着目点101のパターン(デジタル画像信号)を、着目点101から一定距離離れた比較点102a、102b、102c、102dのパターン(デジタル画像信号)と比較する。図3に示すような二次元的な一定の繰り返し部分の内部では、着目点101のパターンと一定距離離れた比較点102a、102b、102c、102dのパターンは全て一致し、欠陥と判定しない。即ち着目点101のパターンに欠陥が存在すると、比較点102a、102b、102c、102dのパターンとの間ににおいて全て不一致として検出さ

れ、欠陥と判定することができる。

【0030】図5に示すような二次元的な一定の繰り返し部分の辺に当る周辺部分では、着目点101のパターンと一定距離離れた比較点102a、102b、102cのパターンは全てのパターンが正常部であれば一致し、欠陥と判定しない。即ち、着目点101のパターンに欠陥が存在すると、比較点102a、102b、102c、102dのパターンとの間ににおいて全て不一致として検出され、欠陥と判定することができる。但し、102cについては繰り返しの端であるためパターンの寸法が微妙に着目点のパターン101とは異なっている。このため、着目点101と点102cとのパターン比較では正常部であってもある程度の差異を生じる。着目点101と比較点102a、及び着目点101と比較点102bの比較においては、繰り返しの端でないため正常部であれば完全に同一のパターンであることが予想される。

【0031】図6に示すような一次元的な一定の繰り返し部分では、着目点101のパターンと一定距離離れた比較点102a、102bのパターンは全てのパターンが正常部であれば一致している。図7に示すような一次元的な一定の繰り返しの端部では、着目点のパターン101と一定距離離れた比較点102aのパターンは、パターンが正常部であれば一致している。但し、繰り返しの端であるためパターンの寸法が微妙に着目点101とは異なっている。このため、着目点101と比較点102aとの比較では、正常部であってもある程度の差異を生じる。着目点101と比較点102c、および着目点101と比較点102dとの比較においては、繰り返しの端でないため正常部であれば完全に同一のパターンであることが予想される。以上説明したように図3、および図5乃至図7で説明した二次元的な繰り返しの内部、辺、一次元的な繰り返しでは、いずれにおいても着目点101に存在する欠陥部のみが欠陥候補となり、正常部は欠陥候補とはならない。

【0032】一方、図8に示すような二次元的な一定の繰り返し部分の角部分または孤立点では、着目点101のパターンと一定距離離れた比較点102a、102b、102c、102dのパターンは、全て正常部であったとしても一致しておらず、欠陥候補となる。

【0033】これら欠陥候補を、2回目の比較検査にかける。2回目の比較検査では、チップ内の原点を基準とした座標系で同一の欠陥候補座標を持ち、一致度が許容範囲で一致しているものを擬似欠陥として排除する。これにより、図8で示した二次元的な一定の繰り返し部分の角部分または孤立点が排除され、真の欠陥のみが抽出される。

【0034】また、2回目の比較検査の替りに、予め求めておいた繰り返し性のない場所の情報と照合することで孤立点などの疑似欠陥を排除することもできる。

【0035】以上説明したように、X方向直接周辺回路

4はメモリセルの繰り返しピッチの整数倍 ($m * P_x$) でX方向のみで繰り返され、Y方向直接周辺回路5もメモリセルの繰り返しピッチの整数倍 ($n * P_y$) でY方向のみで繰り返されているため、上記十字比較を用いることによってメモリマット部3と直接周辺回路4、5について共通して比較検査をすることができる。なお、被検査対象である半導体メモリを製造するための半導体ウエハの種類（メモリの品種）に応じて、上記メモリセルの繰り返すピッチ (P_x, P_y) が変わるために、着目点101に対する上記十字状の比較点102a、102b、102c、102dまでの距離を変える必要がある。しかしながら、メモリマット部3と直接周辺回路4、5について検査領域設定をすることなく、最小線幅 (0.3 μm以下) の半分以下の致命的な微細欠陥を高感度で検出することができる。

【0036】本発明に係るパターン検査方法および装置の第1の実施の形態を図9を用いて説明する。図9はパターン検査装置の第1の実施の形態の構成を示したものである。本発明に係るパターン検査装置は、被検査対象物であるウエハ1のパターンの物理的性質をY方向に走査して検出するための電子光学的な検出手段11と、ウエハ1をX方向に移動させて二次元の画像を形成するためのステージ12と、検出手段11で検出される二次元のパターン画像信号を二次元のデジタル画像信号に変換するA/D変換手段13と、該A/D変換手段13でA/D変換した二次元のデジタル画像14を一定時間だけ遅延させた画像15を得る遅延回路16と、前記A/D変換手段13でA/D変換した二次元の画像14を所定の二次元の走査領域に亘って記憶する例えば二次元のシフトレジスタで構成される記憶手段（画像メモリ）17と、該記憶手段17に格納された画像から、直接周辺回路4、5のX、Y方向の繰り返しピッチQ_x、Q_yの整数倍D_x、D_yの正方向及び負方向の距離にある複数の画像18a、18b、18c、18dを選択取出す選択手段19と、画像15と18a、画像15と18b、画像15と18c、画像15と18dをそれぞれ比較して差の有無を抽出する差画像21a、21b、21c、21dを抽出する差画像抽出部（差画像抽出手段）22a、22b、22c、22dと、これら差画像21a、21b、21c、21dより欠陥候補画像23を演算する欠陥候補抽出部（欠陥候補抽出手段）24aと、欠陥候補画像23より欠陥候補に関する欠陥の発生位置情報を示す欠陥の座標、欠陥の立体形状を示す濃淡値の相違に基づく不一致度（図10（e）に斜線領域で示す濃淡の不一致に基づく濃淡値の差62）、2次元の欠陥サイズを示す欠陥の面積S（図10（b）に斜線領域で示す。）並びにX方向及びY方向の投影長L_x、L_y等の特徴量25を抽出する特徴量抽出部（特徴量抽出手段）26と、特徴量25より真の欠陥を抽出する欠陥抽出部（欠陥抽出手段）27とこれら全体を制御する全体制御部2

8よりもなる。なお、ステージ12上に搭載された被検査対象物であるウエハ1を、検出手段11の光軸に対して位置整合（アライメント）するため、ウエハ1の周囲の少なくとも3箇所に露光用として形成されたアライメントマークを光学顕微鏡で撮像して光電変換手段で画像信号に変換して3箇所のアライメントマークの位置をステージに備えられた変位計またはレーザ測長器のステージの変位量に基づいて算出し、この算出された3箇所のアライメントマークの位置座標に基づいて検出手段11の光軸に対してウエハ1をX方向、Y方向および回転（θ）方向について1セル範囲内の10 μm以下の精度でアライメントが行われる。回転方向については、ウエハの外周において1セル範囲内の10 μm以下の精度でアライメントが行われるため、十字比較においては、画像同士の位置ずれは無視できる程度になる。

【0037】上記電子光学的な検出手段11は、例えば電子線を発生させる電子線源11aと、電子線源11aから射出した電子ビームを走査させて画像化するためのビーム偏向器11cと、電子線を被検査対象物であるウエハ1上に0.02~0.2 μmのビーム径で結像させる対物レンズ11bと、ウエハ1上で発生した二次電子を二次電子検出器11eに集めるためのE_xB_{11d}と、高さ検出センサ11fと対物レンズ11bとの焦点位置を調整する焦点位置制御部（図示せず）と、ビーム偏向器11cを制御してビーム走査を実現する走査制御部（図示せず）とから構成される。電子線の電流は10~200 nAで、検出画素寸法は被検査対象物上換算で0.2~0.05 μm、被検査対象物上の加速電圧は0.3 kVである。検出画素寸法は、被検査対象物のパターンの線幅の約半分以下に設定する必要がある。

【0038】なお、上記電子光学的な検出手段11は、光学的な画像検出手段であってもよい。この光学的な画像検出手段の場合でも、検出画素寸法等については同様となる。

【0039】そして、ウエハ1上のパターンは、例えば図3において左の方からY方向に所定の走査幅で走査されながら、Xの正の方向に走査されて、2次元の画像信号が電子光学的な検出手段11によって検出され、A/D変換手段13でデジタル画像信号に変換される。そして上記遅延回路16は、A/D変換手段13から得られるデジタル画像において、十字比較する着目点も含め、4点のデジタル画像全てが上記記憶手段（画像メモリ）17に記憶されるまでの一定時間遅延させるものである。即ち、A/D変換手段13から図3に示す×点のデジタル画像信号が取出されたとき、遅延回路16から着目点101のデジタル画像が取出されるように×点と着目点との間の走査量、上記遅延回路16で遅延させるものである。その結果記憶手段17には、全体制御部28から得られる基準アドレス信号34に基づいて図3に示す×点までの所定の二次元の走査領域についてのデジ

ル画像信号が記憶される。従って、 \times 点と着目点との間の走査量は既知の値であるので、選択手段19は、内部にウエハ1の複数の品種に対して異なる値で設定されたピッチ D_x , D_y の中から全体制御部28から入力されるウエハ1の品種情報35に応じて選択された所望のピッチ D_x , D_y に基づいて着目点101のアドレスに対する比較点102a, 102b, 102c, 102dのアドレスが記憶手段17に対して指定され、記憶手段17から比較点102a, 102b, 102c, 102dのデジタル画像信号が输出されることになる。なお、ウエハ1の品種情報については、直接キーボード等の入力手段を用いて全体制御部28に入力しても良いし、またウエハ1に形成された品種を示す記号または文字またはコード等を読み取ることによって入力しても良い。

【0040】これらは以下のように動作して検査するものである。つまり、ステージ12の走査に同期してウエハ7のパターンを検出手段11で二次元画像信号として検出し、A/D変換器13でデジタル画像信号に変換することでデジタル画像信号14とそれを一定量だけ遅延させた着目点101のデジタル画像信号15を得る。同時に得られたデジタル画像信号14を逐次所定の走査領域に亘って記憶手段17に格納する。従って、既に記憶手段17に所定の走査領域に亘って格納されたデジタル画像信号には、遅延させた着目点101のデジタル画像信号15と座標的にX方向の正方向及び負方向に D_x 画素の距離にある比較点102a, 102bのデジタル画像信号が含まれていることになる。

【0041】着目点101のアドレスに対するこれら比較点102a, 102bのアドレスを、内部に各種設定されたピッチ D_x , D_y の中から全体制御部28から入力されるウエハ1の品種情報35に応じて選択手段19で選択されたピッチ D_x , D_y に基づいて記憶手段17に対して指定することによって、遅延させた着目点101のデジタル画像信号15と同期させて記憶手段17から比較点102a, 102b, 102c, 102dにおけるデジタル画像信号18a, 18b, 18c, 18dを読み出して抽出する(切出す)ことができる。このとき、 D_x 、 D_y をそれぞれ直接周辺回路4、5のX、Y方向の繰返しピッチ Q_x 、 Q_y の整数倍を選定しておく。

【0042】次に差画像抽出部22a、22b、22c、22dの各々では、それぞれ抽出された着目点101のデジタル画像信号15と比較点102aのデジタル画像信号18aとを、着目点101のデジタル画像信号15と比較点102bのデジタル画像信号18bとを、着目点101のデジタル画像信号15と比較点102cのデジタル画像信号18cとを、着目点101のデジタル画像信号15と比較点102dのデジタル画像信号18dとを比較し、パターンが正常時の形状の微妙な変化に基づく明るさの変動許容値(濃淡許容値)、位置ず

れに起因する明るさの変動許容値(位置ずれ許容値)および純粹のノイズ成分を比較パラメータとして取り除いて(減算して)その差画像21a、21b、21c、21dを抽出する(出力する)。即ち、差画像21a、21b、21c、21dにおいて、比較パラメータ以下の差の値の場合、差がなく(差を“0”とし)、一致したとみなす。

【0043】欠陥候補画像抽出部24aは、上記抽出した差画像21a、21b、21c、21dの全てに亘っての差(不一致)の最小値を示す(最も一致度を示す)差画像を演算し、差の最小値が“0”(一致した)以外の差そのものを欠陥候補画像信号23として算出する。特徴量抽出部26は、欠陥候補画像23より図10(b)に示すように欠陥候補領域(欠陥形状)61を抽出し、欠陥の立体形状を示す不一致度(図10(e))に斜線領域で示す濃淡の不一致に基づく濃淡値の差62)、欠陥の発生位置情報を示す欠陥領域61の位置座標(例えば重心位置G)、2次元の欠陥サイズを示す欠陥領域61の面積S(図10(b)に斜線領域で示す)並びにX方向及びY方向の投影長 L_x , L_y などの欠陥候補の特徴量25を抽出する。これら欠陥候補の特徴量25をプロセッサである欠陥抽出部(欠陥抽出手段)27のメモリ領域に格納する。格納した欠陥候補の特徴量25を、欠陥の発生位置情報を示す欠陥領域61の位置座標(例えば重心位置G)に基づいてチップ内座標で整列させ、例えば一定の座標範囲内で、不一致度の平均値に許容すべき閾値を加えたものより大きい不一致度または許容すべき閾値を加えたものより大きい面積若しくはX方向及びY方向の投影長を持つ欠陥候補のみを真の欠陥として抽出し、出力手段(記録媒体、プリンタ、表示手段等)で出力したり、ネットワークを介してプロセス全体を管理しているコンピュータに送信する。

【0044】図10(a)には、比較する正常の配線パターン63を示し、図10(b)には欠陥候補61が存在する配線パターン63を示す。図10(c)には、図10(a)に示す走査線a-aから得られる明るさを表す濃淡画像信号64を示し、図10(d)には、図10(b)に示す走査線b-bから得られる明るさを表す濃淡画像信号65を示す。図10(e)には、濃淡画像信号64と濃淡画像信号65との不一致度(斜線領域で示す不一致に基づく濃淡値)62を示す。

【0045】本第1の実施の形態における第1の変形例は、十字状に比較する替りに、図11に示すように着目点101のパターンに対してX、Y方向の2カ所の比較点102a、102cのパターンと比較するものである。これにより、検査可能な領域はやや減少するが、より簡便な方法、装置構成で検査が実現できる特徴がある。即ち、図9に示す構成において、差画像抽出部22b、22dを無くすことができる。

【0046】本第1の実施の形態における第2の変形例

は、十字状に比較する替りに、図12に示すように十字に加え、X方向の2カ所の比較点102e、102fのパターンと比較する。これにより、繰返しピッチが複数ある場合にも対応可能である特徴がある。同様に、XおよびY方向に複数カ所の比較点を加えることも考えられる。この第2の変形例の場合、差画像抽出部22e、22fを加える必要がある。

【0047】以上説明した本発明に係る第1の実施の形態によれば、半導体メモリを構成する繰返し性のあるメモリマット部3および直接周辺回路4、5の部分のみの欠陥を検査可能領域の座標指定無して抽出でき、簡便な着目点101と比較点102との間の距離Dx、Dyからなるパラメータの設定で検査が可能となる。

【0048】次に本発明に係るパターン検査方法および装置の第2の実施の形態を図13を用いて説明する。図13はパターン検査装置の第2の実施の形態を示したものである。本発明に係るパターン検査装置の第2の実施の形態は、図9に示す第1の実施の形態に対して、更に着目点101のデジタル画像信号15と各比較点102a～102dのデジタル画像信号18a、18b、18c、18dとの一致度Diffa、Diffb、Diffc、Diffdを演算し、この演算された一致度Diffa、Diffb、Diffc、Diffdに対して許容値を大きくし、着目点と比較点との間のパターンが近傍も含めて大幅に違わない限り一致と見なして各一致度Diffa、Diffb、Diffc、Diffdを“0”とする(Diffa=0、Diffb=0、Diffc=0、Diffd=0)一致度演算部(一致度演算手段)35a、35b、35c、35dと、該各一致度演算部35a、35b、35c、35dから得られる一致の信号36a、36b、36c、36dに応じて、欠陥候補抽出部24bにおいて差画像抽出部(差画像抽出手段)22a、22b、22c、22dの各々から得られる差画像(Compa)21a、(Compb)21b、(Compc)21c、(Compd)21dから欠陥候補と判定する選択を行わせるための選択信号38を出力する比較対象選択部37とを加えた構成である。なお、差画像抽出部(差画像抽出手段)22a～22dで差画像を抽出するための比較点102a～102dのデジタル画像は、メモリマット部3、直接周辺回路4、5に合わせて設計情報から作成して記憶手段17に記憶させてても良い。ただし、設計情報に基づいて作成された比較点102a～102dのデジタル画像を記憶手段17から読み出す際、比較対象選択部37から得られる選択信号38によって選択する必要がある。

【0049】一致度演算部35a、35b、35c、35dの各々は、差画像抽出部(差画像抽出手段)22a～22dの各々とほぼ同様に比較パラメータを除去(減算)した差画像Diffa、Diffb、Diffc、Diffdを例えば5×5の画素メモリ範囲に切出し、この切出された5×5の画素メモリ範囲において最小の差画像を中心

の画素の値にすることによって、ほぼ一致(5×5の画素メモリ範囲において濃淡差が最も小さい:最小の差画像)で示される差画像信号に対して2次元に拡大処理し、大きい閾値で二値化することによってこの大きい閾値を越えない限り一致とし、大きくパターンが違わない点とその近傍(5×5の画素メモリ範囲)を確実に一致として出力する。即ち一致度演算部35a、35b、35c、35dの各々は、許容値(閾値)を大きくし、着目点と比較点との間のパターンが近傍も含めて大幅に違わない限り一致と見なして一致信号を出力する。これにより比較対象選択部37は、微細な欠陥が存在したとしても、着目点101が二次元の繰返しの状態であるか、横(X)方向の繰返しの状態であるか、縦(Y)方向の繰返しの状態であるか、繰返しの端点の状態であるか、孤立点の状態であるかを判定することができる。即ち、比較対象選択部37は、4つの一致度演算部35a、35b、35c、35dから一致信号が出力された(Diffa～Diffd=0)とき、二次元の繰返しの状態と判定し、欠陥候補抽出部24bにおいて4つの差画像(Compa～Compd)の最小値(min(Compa～Compd))を欠陥候補として出力するよう選択信号を出力する。また比較対象選択部37は、4つの一致度演算部35a、35b、35c、35dの内、一致度演算部35a、35bから一致信号が出力された(Diffa=0、Diffb=0)とき、横(X)方向の繰返しの状態と判定し、欠陥候補抽出部24bにおいて4つの差画像の内、横(X)方向の2つの差画像(Compa、Compb)の最小値(min(Compa、Compb))を欠陥候補として出力するよう選択信号を出力する。また比較対象選択部37は、4つの一致度演算部35a、35b、35c、35dから一致信号が出力された(Diffc=0、Diffd=0)とき、縦(Y)方向の繰返しの状態と判定し、欠陥候補抽出部24bにおいて4つの差画像の内、縦(Y)方向の2つの差画像(Compc、Compd)の最小値(min(Compc、Compd))を欠陥候補として出力するよう選択信号を出力する。また比較対象選択部37は、4つの一致度演算部35a、35b、35c、35dの内、何れか1つの一致度演算部35a、35b、35c、35dのみから一致信号が出力された(Diffaのみ0、またはDiffbのみ0、またはDiffcのみ0、またはDiffdのみ0)とき、繰返しの端点の状態と判定し、欠陥候補抽出部24bにおいて4つの差画像の内、端点と判定された差画像そのもの(CompaまたはCompbまたはCompcまたはCompd)を欠陥候補として出力するよう選択信号を出力する。比較対象選択部37は、4つの一致度演算部35a、35b、35c、35dから不一致信号が出力された(Diffa～Diffd≠0)とき、孤立点の状態と判定し、欠陥候補抽出部24bにおいて4つの差画像(Compa～Compd)の最小

値($\min(\text{Comp}_a \sim \text{Comp}_d)$)を欠陥候補として出力するように選択信号を出力する。これにより、欠陥候補画像抽出部24bは、二次元の繰返しの状態においては4つの差画像($\text{Comp}_a \sim \text{Comp}_d$)の最小値($\min(\text{Comp}_a \sim \text{Comp}_d)$)を欠陥候補として出力し、横(X)方向の繰返しの状態において横(X)方向の2つの差画像($\text{Comp}_a, \text{Comp}_b$)の最小値($\min(\text{Comp}_a, \text{Comp}_b)$)を欠陥候補として出力し、縦(Y)方向の繰返しの状態においては縦(Y)方向の2つの差画像($\text{Comp}_c, \text{Comp}_d$)の最小値($\min(\text{Comp}_c, \text{Comp}_d)$)を欠陥候補として出力し、繰返しの端点の状態においては端点と判定された差画像そのもの(Comp_a または Comp_b または Comp_c または Comp_d)を欠陥候補として出力し、孤立点の状態においては4つの差画像($\text{Comp}_a \sim \text{Comp}_d$)の最小値($\min(\text{Comp}_a \sim \text{Comp}_d)$)を欠陥候補として出力することになる。そして特徴抽出部(特徴抽出手段)26および欠陥抽出部(欠陥抽出手段)27についての処理は、前記図9に示すパターン検査装置の第1の実施の形態と同様である。

【0050】前記図9に示すパターン検査装置の第1の実施の形態においては、欠陥候補画像抽出部24aから、差画像21a、21b、21c、21dの全てに亘っての差(不一致)の最小値を示す(最も一致度を示す)差画像を欠陥候補画像信号23として出力される。この場合、図14に模式的に示すように微小欠陥141の輪郭(微小な段差を有して濃淡信号に大きく変化が生じる。)142は失われることなく欠陥候補信号として出力されるが、微小欠陥141において平坦な部分143については比較点102dのパターンと一致して失われることが生じる可能性もあり、その結果微小欠陥の形状が変化した状態の欠陥候補信号が出力する可能性も生じることになる。特に微小欠陥141が欠け欠陥の場合には、着目点101の微小欠陥による画像と繰り返さない比較点102dのパターンによる画像とが一致することが考えられ、その結果第1の実施の形態では、微小欠陥141の輪郭だけが抽出されることが生じる可能性が大きい。

【0051】しかし、前記図13に示すパターン検査装置の第2の実施の形態においては、欠陥の形状等において変化することなく、欠陥そのものを忠実に欠陥候補信号23として出力することができ、第1の実施の形態に比べて微小欠陥の高信頼度の検査を十字比較によって実現することができる。

【0052】次に本発明に係るパターン検査方法および装置の第3の実施の形態を図15を用いて説明する。図15はパターン検査装置の第3の実施の形態を示したものである。本発明に係るパターン検査装置の第3の実施の形態において、前記図9に示すパターン検査装置の第1の実施の形態と相違するところは、差画像抽出部22aから得られる着目点101と比較点102aとの間の

差画像21aを、差画像抽出部22bから得られる差画像を、例えば1ラスターのシフトレジスタ等で構成される遅延回路29aによって、画像検出する際のX方向の走査において着目点101から比較点102aまでの距離要する時間遅延させることによって得るものである。遅延回路29aから差画像21aが outputされるとき、当然差画像抽出部22bから着目点101と比較点102bとの間の差画像21bが outputされることになる。即ち、差画像抽出部22bから得られる差画像には、第1の実施の形態で説明した差画像21aと21bの情報が含まれている。差画像21bは着目点101と着目点101よりX方向の正方向にDx画素の距離にある比較点102bの画像を比較したものであり、これは言換えれば差画像21aの着目点と比較対象を入れ替えれば、差画像21bをDx画素だけX方向の負方向にずらした画像と等価となる。

【0053】更に差画像抽出部22cから得られる着目点101と比較点102cとの間の差画像21cを、差画像抽出部22dから得られる差画像を、例えば1ラスターのシフトレジスタをY方向に多数並べて構成した遅延回路29cによって、画像検出する際のY方向の走査において着目点101から比較点102cまでの距離要する時間遅延させることによって得るものである。遅延回路29cから差画像21cが outputされるとき、当然差画像抽出部22dから着目点101と比較点102dとの間の差画像21dが outputされることになる。即ち、差画像抽出部22dから得られる差画像には、同様に差画像21cと21dの情報が含まれている。差画像21dは着目点101と着目点101よりY方向の正方向にDy画素の距離にある比較点102dの画像を比較したものであり、差画像21cは着目点101と着目点101よりY方向の負方向にDy画素の距離にある比較点102cの画像を比較したものであり、これは言換えれば差画像21cの着目点と比較対象を入れ替えれば、差画像21dをDy画素だけY方向の負方向にずらした画像と等価となる。

【0054】しかしながら、被検査対象物であるウエハ1の品種によって着目点101とX方向およびY方向の比較点102までの距離が変化する場合がある。そのため、選択手段19から得られる着目点101とX方向およびY方向の比較点102までの距離の情報に基づいて、遅延回路29aおよび29cの各々における遅延時間を見る必要がある。

【0055】以上説明したように図9に示す第1の実施の形態と同様に、第1の実施の形態より、比較パラメータの抽出など複雑な処理が必要な差画像抽出部の数を半減し、簡単な構成の遅延回路を設けるだけで、繰返し性のあるメモリマット部3、X直接周辺回路4、Y直接周

辺回路5の部分のみの欠陥を検査可能領域の座標指定無しで抽出でき、簡便なパラメータの設定で検査を行うことができる。

【0056】当然この第3の実施の形態を上記第2の実施の形態にも適用することができることは明らかである。

【0057】次に本発明に係るパターン検査方法および装置の第4の実施の形態を図16を用いて説明する。図16はパターン検査装置の第4の実施の形態を示したものである。本発明に係るパターン検査装置の第4の実施の形態において、前記図16に示すパターン検査装置の第3の実施の形態と相違するところは、欠陥抽出部27の代わりに、予め繰返し性のない場所の座標を記憶しておく孤立点記憶部31と、欠陥候補のうち、予め記憶しておいた繰返し性のない場所の座標情報を一致した座標を持つものを排除して真の欠陥を抽出する座標照合部32と備えたことにある。この座標照合部32は、第1乃至第3の実施の形態における欠陥抽出部27と同じ機能を有するものである。

【0058】そして、特微量抽出部26は、欠陥候補画像23より図10(b)に示すように欠陥候補領域(欠陥形状)61を抽出し、欠陥の立体形状を示す不一致度(図10(e)に斜線領域で示す濃淡の不一致に基づく濃淡値の差62)、欠陥の発生位置情報を示す欠陥領域61の位置座標(例えば重心位置G)、2次元の欠陥サイズを示す欠陥領域61の面積S(図10(b)に斜線領域で示す)並びにX方向及びY方向の投影長Lx,Lyなどの欠陥候補の特微量25を抽出する。これら欠陥候補の特微量15をプロセッサである座標照合部32のメモリ領域に格納する。座標照合部32において、格納した欠陥候補の特微量25を、欠陥の発生位置情報を示す欠陥領域61の位置座標(例えば重心位置G)に基づいてチップ内座標で整列させ、例えば一定の座標範囲内で、予め座標記憶部31に記憶しておいた孤立点の座標と一致する欠陥候補を排除して真の欠陥を抽出し、出力手段(記録媒体、プリンタ、表示手段等)で出力したり、またはネットワークを介してプロセス全体を管理しているコンピュータに送信する。

【0059】なお、座標記憶部31に記憶しておいた孤立点の座標データは、検査対象の設計情報、又は検査して作業者が登録した場所、又はそれらの組合わせで、例えば全体制御部28に設けられた入力手段を用いて登録することができる。

【0060】この第4の実施の形態においても、第1の実施の形態における第1の変形を適用して、第2回目の比較検査を行い、更に排除できない疑似欠陥の座標を登録しておき、排除する。これにより、座標記憶部31に対してもより少ない工数で登録すべき座標の指定をすることができます。

【0061】この第4の実施の形態によれば、予め記憶

しておいた座標と比較しているため、疑似欠陥を確実に排除することができる。

【0062】当然この第4の実施の形態を上記第1および第2の実施の形態にも適用することができることは明らかである。

【0063】次に本発明に係るパターン検査方法および装置の第5の実施の形態を図17を用いて説明する。図17はパターン検査装置の第5の実施の形態を示したものである。第1の実施の形態と相違するところは、チップ比較の欠陥候補画像206を検出するためのA/D変換した画像14を記憶しておく記憶手段201と、該記憶手段201に格納された画像からチップの整数倍の距離前の画像を選択して取出す選択手段202と、該選択手段202で選択したチップの整数倍距離前の画像207と現在の検出画像14とを比較して欠陥候補画像206を算出する画像処理手段203と、全体制御部28で得られる検査場所の座標データに基づいて、欠陥候補抽出手段24から得られる十字比較の欠陥候補画像23とチップ比較の欠陥候補画像206とを選択する欠陥候補選択手段204とを設けたことである。

【0064】欠陥候補画像抽出手段24において、差画像抽出手段22a～22dの各々で抽出した差画像21a、21b、21c、21dに亘っての最小値(最も一致する差画像)を演算することで十字比較の欠陥候補画像23を算出する。

【0065】一方、デジタル画像14を記憶手段201に記憶してある1チップ前の画像とデジタル画像14を画像処理手段203で画像処理してチップ比較の欠陥候補画像206を計算する。欠陥候補選択部204においては、十字比較の欠陥候補画像23とチップ比較の欠陥候補画像206によりチップ上のメモリマット部3および直接周辺回路4、5の領域と間接周辺回路6の領域との座標データに基づいて選択された欠陥候補画像208を取り出す。即ち、欠陥候補選択部204は、チップ上のメモリマット部3および直接周辺回路4、5の領域については十字比較の欠陥候補画像23を選択し、間接周辺回路6の領域についてはチップ比較の欠陥候補画像206を選択し、欠陥候補画像207として出力する。

【0066】特微量抽出部26は、このように選択された欠陥候補画像107より図10(b)に示すように欠陥候補領域(欠陥形状)61を抽出し、欠陥の立体形状を示す不一致度(図10(e)に斜線領域で示す濃淡の不一致に基づく濃淡値の差62)、欠陥の発生位置情報を示す欠陥領域61の位置座標(例えば重心位置G)、2次元の欠陥サイズを示す欠陥領域61の面積S(図10(b)に斜線領域で示す)並びにX方向及びY方向の投影長Lx,Lyなどの欠陥候補の特微量25を抽出する。これら欠陥候補の特微量15をプロセッサである特微量抽出部26のメモリ領域に格納する。特微量抽出部26は、格納した欠陥候補の特微量25をチップ内座標で

整列させ、例えば一定の座標範囲内で、不一致度の平均値に許容すべき閾値を加えたものより大きい不一致度を持つ欠陥候補のみを真の欠陥として抽出する。尚欠陥候補選択部（欠陥候補選択手段）204では検査場所の座標データとともに、繰返し性のあるメモリマット部3、X直接周辺回路4、Y直接周辺回路5では十字比較の欠陥候補画像23、その外の間接周辺回路6ではチップ比較の欠陥候補画像206を選定する。

【0067】この第5の実施例によると十字比較とチップ比較と混合で検査することができ、繰返し性のあるメモリマット部3、X直接周辺回路4、Y直接周辺回路5の部分のみならず、間接周辺回路6の欠陥を抽出することができる。

【0068】当然この第5の実施の形態を上記第2、第3および第4の実施の形態にも適用することができることは明らかである。

【0069】以上説明した第1～第5の実施の形態では、全て電子光学的検出手段を用いる装置の場合について説明したが、光学的検出手段等、いかなる検出手段を用いる方式でも同様に実施できることは言うまでもない。

【0070】

【発明の効果】本発明によれば、簡便な検査領域指定で、信頼性の高い検査をすることができる効果を奏する。

【0071】また本発明によれば、容易な検査領域設定で、小さく繰り返される部分の全ての領域を、高速で、且つ信頼性高く欠陥を検査することができる効果を奏する。

【0072】また本発明によれば、メモリマット部と直接周辺回路とからなる繰り返しパターンを形成した半導体ウエハに対して欠陥を高信頼度で検査して高品質の半導体ウエハを製造することができる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る半導体メモリを製造するためのウエハとチップのレイアウトを示す図である。

【図2】本発明に係るメモリマット部および直接周辺回路のレイアウトを示す図である。

【図3】本発明に係る二次元的な繰り返しパターン内部を比較検査するための説明図である。

【図4】本発明に係るメモリマット部および直接周辺回路における検査領域を示す図である。

【図5】本発明に係る二次元的な繰り返しパターンの辺を比較検査するための説明図である。

【図6】本発明に係る一次元的な繰り返しパターン内部を比較検査するための説明図である。

【図7】本発明に係る一次元的な繰り返しパターンの端を比較検査するための説明図である。

【図8】本発明に係る孤立点又は角部を比較検査するための説明図である。

【図9】本発明に係るパターン検査方法及びその装置の第1の実施の形態を示す概略構成図である。

【図10】本発明に係る特徴量を説明するための図である。

【図11】図9に示す第1の実施の形態における第1の変形を説明するための図である。

【図12】図9に示す第1の実施の形態における第2の変形を説明するための図である。

【図13】本発明に係るパターン検査方法及びその装置の第2の実施の形態を示す概略構成図である。

【図14】本発明に係るパターン検査方法及びその装置の第2の実施の形態においては、欠陥候補として欠陥の形状が忠実に抽出されるのを模式的に説明するための図である。

【図15】本発明に係るパターン検査方法及びその装置の第3の実施の形態を示す概略構成図である。

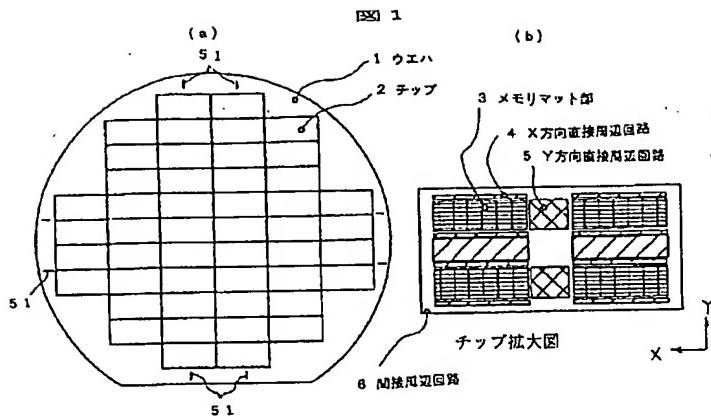
【図16】本発明に係るパターン検査方法及びその装置の第4の実施の形態を示す概略構成図である。

【図17】本発明に係るパターン検査方法及びその装置の第5の実施の形態を示す概略構成図である。

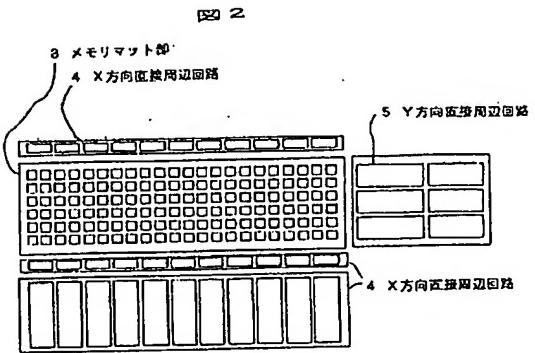
【符号の説明】

1…ウエハ（被検査対象物）、2…チップ、3…メモリマット部、4…X方向直接周辺回路、5…Y方向直接周辺回路、6…間接周辺回路、9…繰返しのない場所、11…検出手段、12…ステージ、13…A／D変換手段、14…デジタル画像、15…画像、16…遅延回路、17…記憶手段、18、18a～18d…画像、19…選択手段、21、21a～21d…差画像、22…差画像抽出部（差画像抽出手段）、23…欠陥候補画像、24a、24b…欠陥候補抽出部（欠陥候補抽出手段）、25…特徴量、26…特徴抽出部（特徴抽出手段）、27…欠陥抽出部（欠陥抽出手段）、28…全体制御部、29a、29c…遅延回路、31…孤立点記憶部、32…座標照合部（座標照合手段）、101…着目点、102a～102d…比較点、201…記憶手段、202…選択手段、203…画像処理部、204…欠陥候補選択部

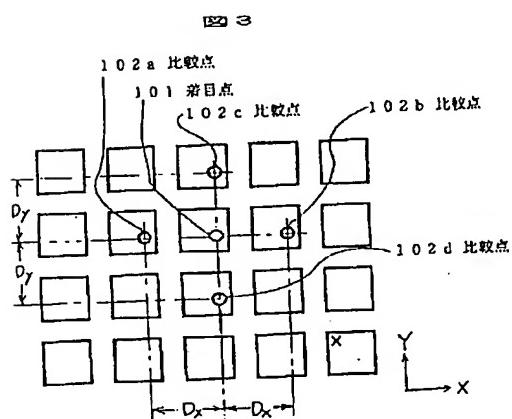
【図1】



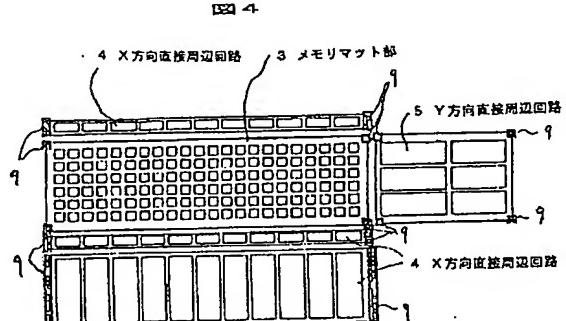
【図2】



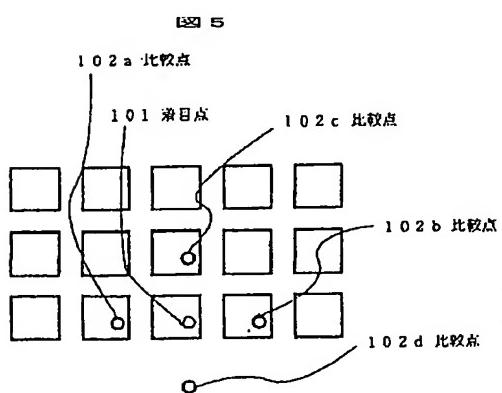
【図3】



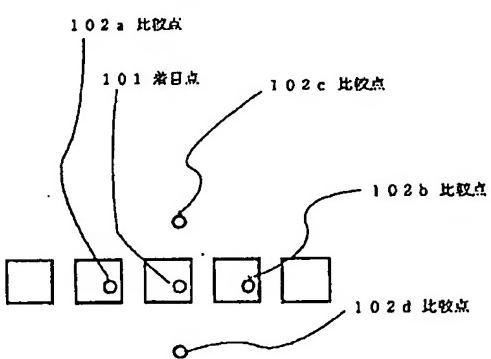
【図4】



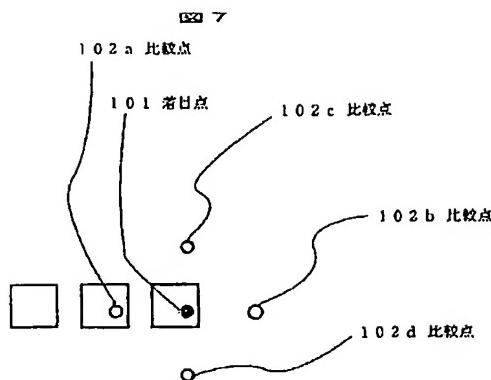
【図5】



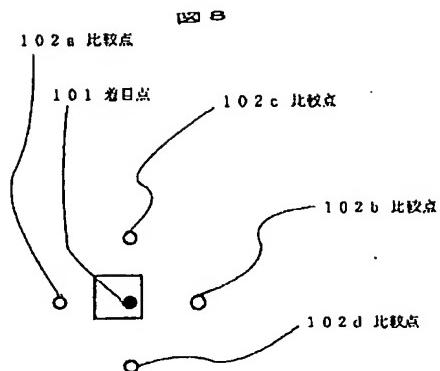
【図6】



【図7】

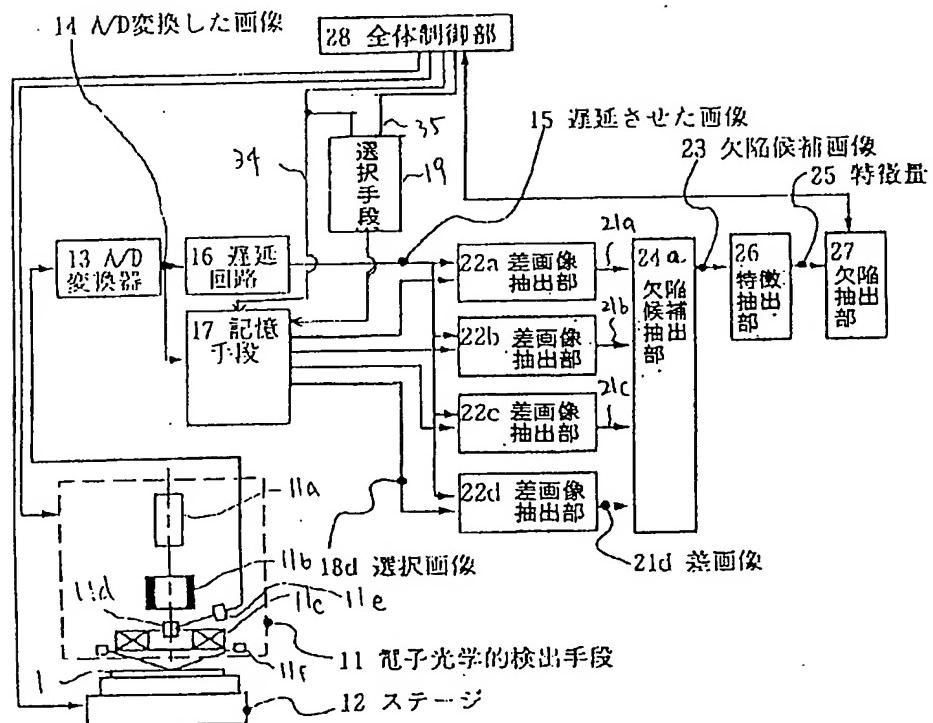


【図8】

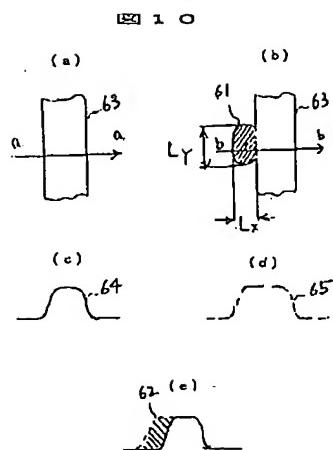


【図9】

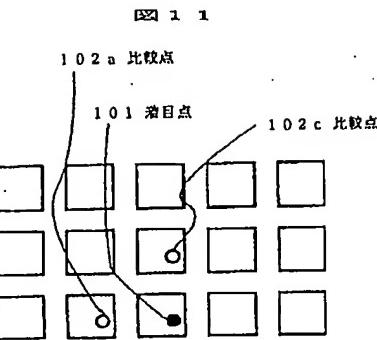
図9



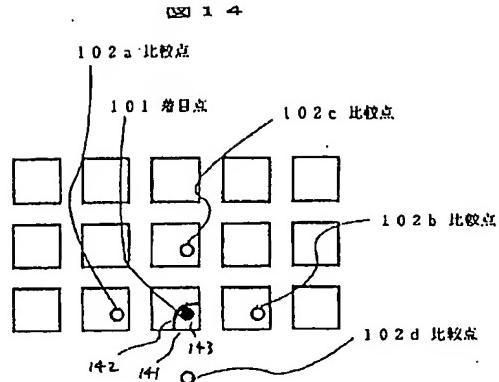
【図10】



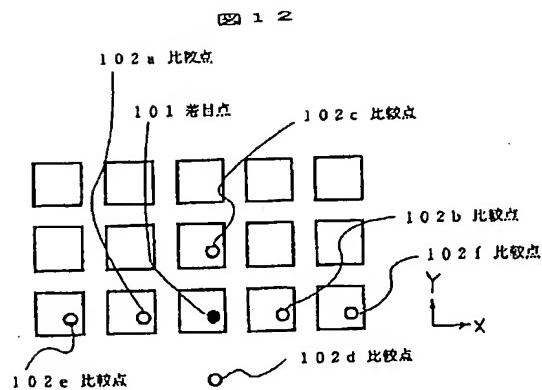
【図11】



【図14】

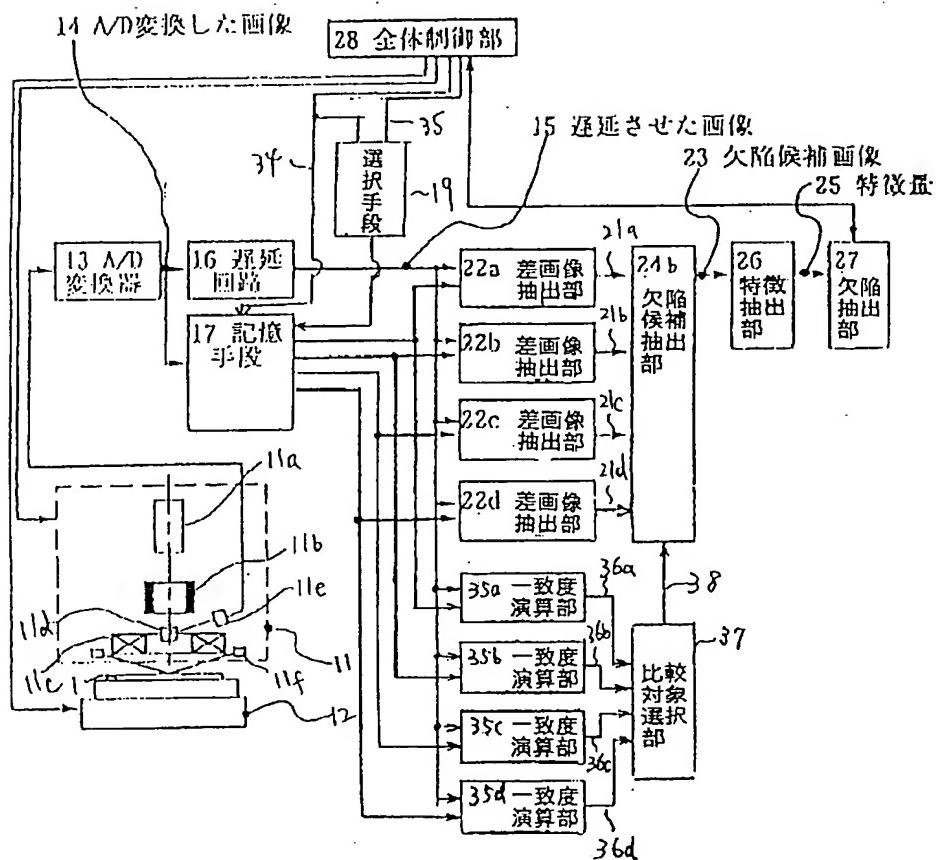


【図12】



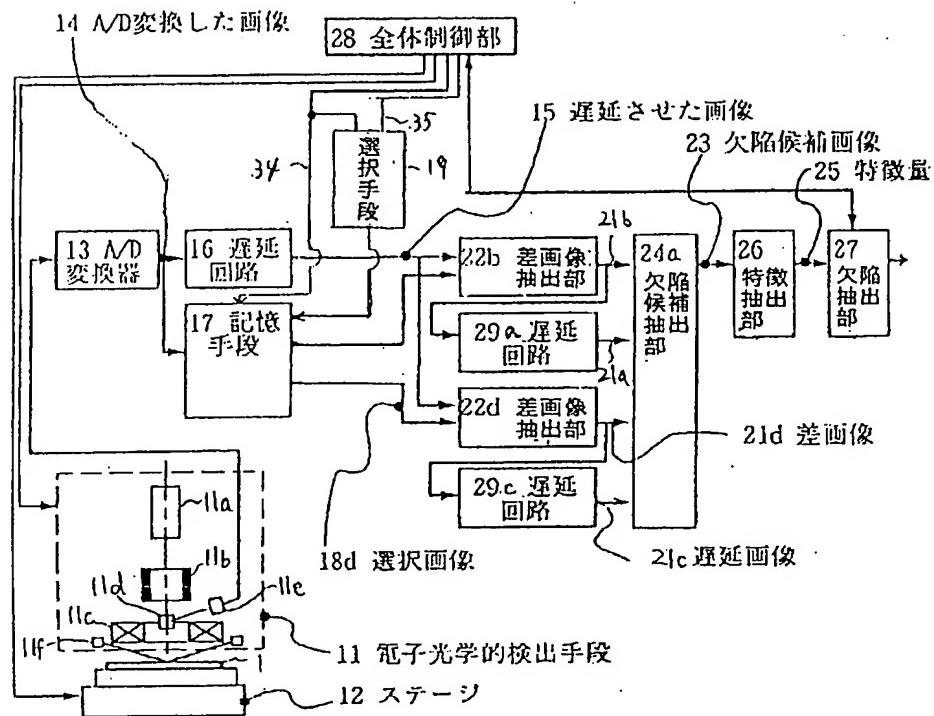
【図13】

図13



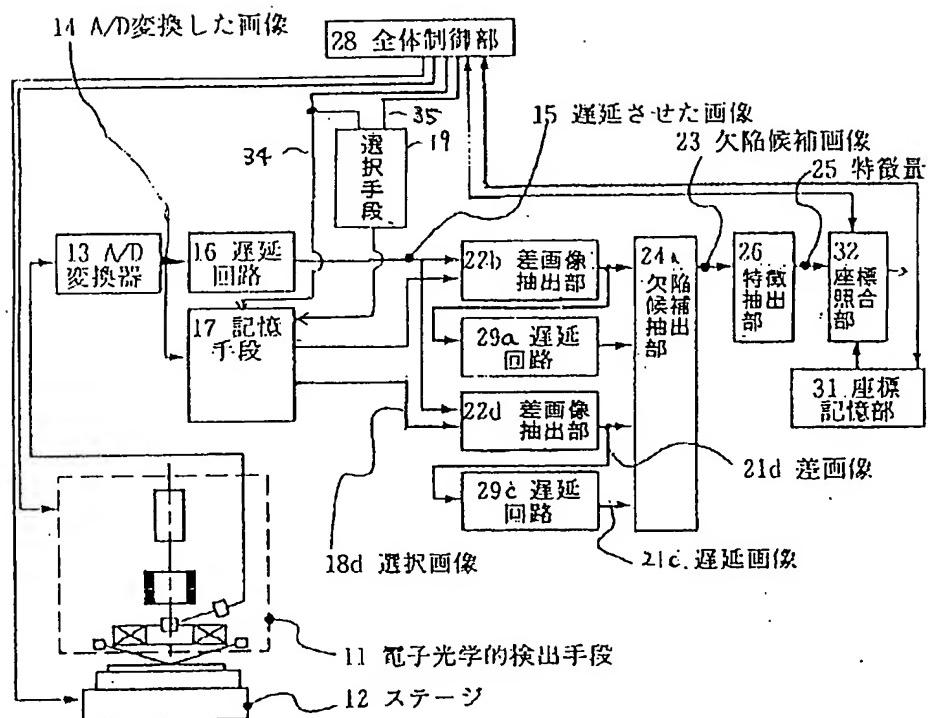
【図15】

図15



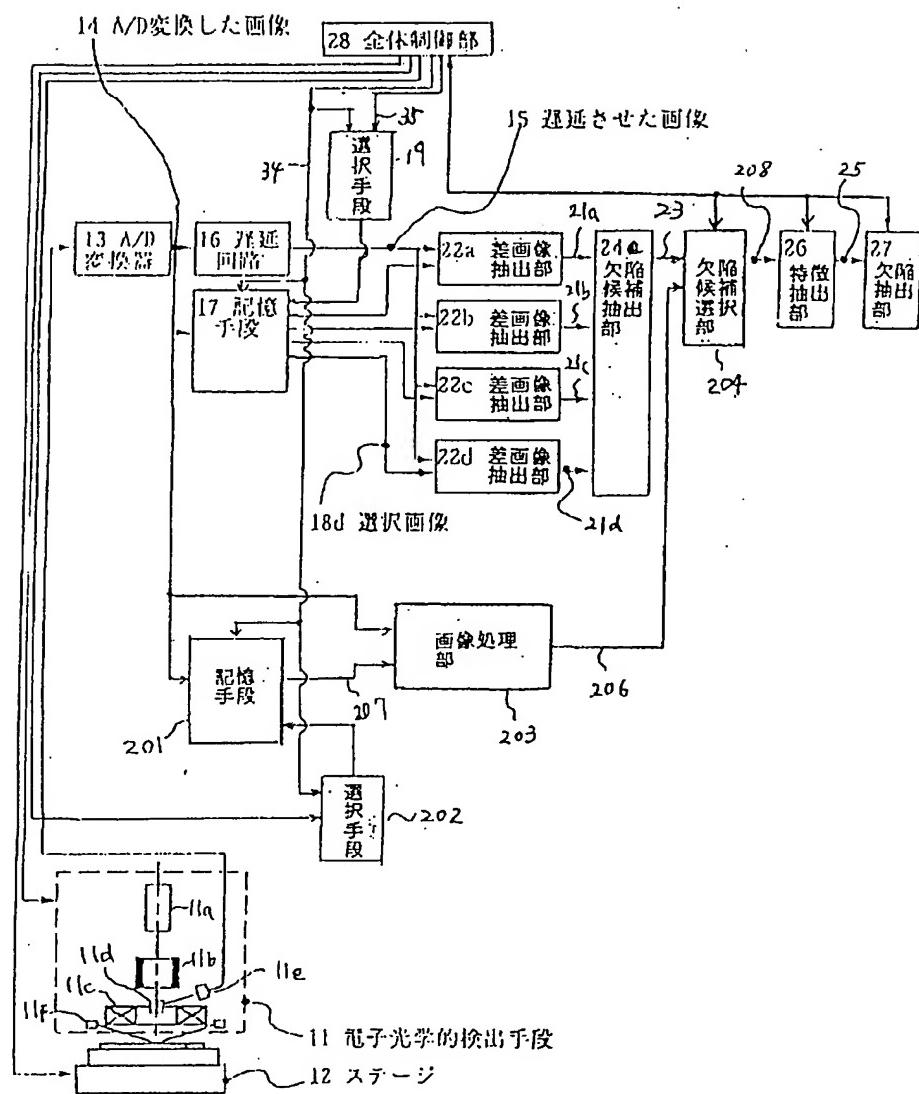
【図16】

図16



〔図17〕

图 17



フロントページの続き

(72)発明者 久邇 朝宏
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 品田 博之
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 野副 真理
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 杉本 有俊
東京都青梅市今井2326番地株式会社日立製作所デバイス開発センタ内

(72)発明者 宮戸 千絵
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所生産技術研究所内